

## **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Чиркова Е. В., Кучеренко М.Н.,  
Тольяттинский государственный университет  
chirkovaev@mail.ru*

Энергосбережение при проектировании производственных сельскохозяйственных зданий является одной из важных задач, требующей особого внимания. Мировой энергетический кризис 70-х годов подтолкнул к необходимости ужесточить требования к экономии энергии. В частности, появилось новое научно-экспериментальное направление в строительстве, связанное с понятием «здание с эффективным использованием энергии». Основным требованием при проектировании такого здания являлось выявление суммарного эффекта энергосбережения от использования архитектурно-строительных и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов. Несмотря на то, что для архитекторов и инженеров очевидным является следующий тезис: принципы проектирования энергоэффективных зданий должны быть принципами проектирования любых зданий, вопросу проектирования энергоэффективных сельскохозяйственных зданий практически не уделяется внимания. В то время как современные тенденции развития сельского хозяйства, направленные на создание высокотехнологизированных комплексов, повышают требования к снижению энергоемкости сельскохозяйственных зданий, и особенно их систем кондиционирования микроклимата.

По мнению профессора В.Н. Богословского, первым шагом в вопросе создания зданий с эффективным использованием энергии является выполнение требования обязательного обеспечения расчетных внутренних условий. Необходимо отметить, что поддержание требуемых параметров внутреннего воздуха в зданиях и сооружениях связано с двумя элементами систем кондиционирования микроклимата. В качестве пассивного элемента выступают ограждающие конструкции, к активному относятся системы кондиционирования воздуха.

Согласно исследованиям профессора В.И. Бодрова [1], в настоящее время системы кондиционирования воздуха в производственных сельскохозяйственных зданиях находятся в катастрофическом состоянии. Запроектированные отопительно-вентиляционные системы часто не монтируются в полном объеме либо функционируют только в начальный период эксплуатации зданий, а после выхода из строя не ремонтируются и не восстанавливаются. К примеру, лишь 2-3 % коровников отапливаются, преобладающий способ вентиляции – неорганизованный воздухообмен. При этом в холодный период значения относительной влажности воздуха достигают 96...98 %, о чем свидетельствует постоянный туман в помещениях. Объясняется такое положение тем, что для поддер-

жания нормируемых параметров микроклимата сельскохозяйственных зданий требуются большие затраты на стоимость энергии, которые не окупаются приростом получаемой от животных продукции.

Что касается наружных ограждающих конструкций, то в условиях низких температур и высоких значений относительной влажности внутреннего воздуха, они испытывают чрезмерные напряжения, что приводит к резкому ухудшению их теплозащитных качеств, а также к преждевременному износу.

Таким образом, необходимо стремиться к совершенствованию активных и пассивных элементов систем кондиционирования микроклимата, тем самым обеспечивая не только экономию энергоресурсов, но и поддержание требуемых параметров внутреннего воздуха в сельскохозяйственных зданиях.

С целью повышения качества проектирования наружных ограждающих конструкций сельскохозяйственных зданий предлагается особое внимание при расчете теплофизических характеристик наружных ограждений уделять влажностному расчету, поскольку для данного класса зданий вопрос о влажностном состоянии строительных материалов в конструкциях является одним из основных. При этом за основу расчета принять теорию потенциала влажности В.Н. Богословского [2], которая в отличие от теорий диффузии пара и влагопроводности позволяет производить расчет многослойных конструкций в произвольном диапазоне влажности и температуры.

Теория потенциала влажности основывается на проведении аналогии между явлениями тепло- и влагопереноса. Следовательно, к явлениям переноса влаги применяются те же методы и системы понятий, что и к явлениям переноса теплоты. Так, понятие потенциала влажности  $I$ , выражаемое в °В, введено по аналогии с потенциалом переноса теплоты, которым является температура.

По аналогии с основным законом теплопроводности, устанавливающим прямую пропорциональность между удельным потоком теплоты и градиентом температуры, удельный поток влаги через ограждение  $i$ , кг/(м<sup>2</sup>·ч), пропорционален градиенту потенциала влажности:

$$i = -\chi \nabla \Theta, \quad (1)$$

где  $\chi$  – коэффициент влагопроводности, аналогичный коэффициенту теплопроводности в законе Фурье, кг/(м·ч·°В);

$\nabla \Theta$  – градиент потенциала влажности, °В/м.

Согласно теории потенциала влажности количество влаги  $I$ , кг, проходящей сквозь плоскую стенку равно

$$I = (\Theta_{int} - \Theta_{ext}) F z \frac{\chi}{\delta}, \quad (2)$$

где  $I_{int}$  и  $I_{ext}$  – потенциалы влажности воздуха соответственно с внутренней и наружной стороны ограждения, °В;  $F$  – площадь ограждения, м<sup>2</sup>;  $z$  – время прохождения влаги в количестве  $I$ , кг, через ограждение, ч;  $\chi$  – коэффициент влагопроводности материала, кг/(м·ч·°В);  $\delta$  – толщина ограждения, м

При прохождении влаги через материал ограждения, последний оказывает сопротивление потоку влаги. Это сопротивление называется сопротивлением влагопередаче и  $R_{и}$ , м<sup>2</sup>·ч·°В/кг и определяется по формуле

$$R_{\Theta} = \frac{\delta}{\chi}, \quad (3)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м.

В случае многослойного ограждения общее сопротивление влагопередаче равно сумме сопротивлений отдельных слоев

$$R_{\Theta,0} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\chi_i}, \quad (4)$$

Определение потенциалов влажности внутреннего и наружного воздуха  $I_{int}$  и  $I_{ext}$ , °В, возможно на основании зависимостей, предложенных в работе [3]. Однако для большинства строительных материалов неизвестны значения коэффициентов влагопроводности  $\chi$ , кг/(м·ч·°В), что существенно затрудняет внедрение теории потенциала влажности в практику строительного проектирования.

Вывод. Решение вопроса по определению коэффициента влагопроводности  $\chi$ , кг/(м·ч·°В), для любых строительных материалов в шкале потенциала влажности, позволит использовать теорию потенциала влажности в расчете влажностного режима наружных ограждений сельскохозяйственных зданий, приведет к повышению надежности и эффективности строительных конструкций и, тем самым, к снижению энергоемкости данного класса зданий.

#### *Библиографический список*

1. Бодров В.И. Микроклимат производственных сельскохозяйственных зданий и сооружений / В.И. Бодров, М.В. Бодров, Е.Г. Ионычев, М.Н. Кучеренко. Н. Новгород: ННГАСУ, 2008. 623 с.
2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика / В.Н. Богословский. М.: Высшая школа, 1982. 415 с.
3. Кучеренко М.Н. Термодинамическое обоснование графоаналитического решения задачи влагопереноса в слое биологически активной продукции: дис. ... канд. техн. наук: защ. 27.05.2005: утв. 18.10.2005 / М.Н. Кучеренко. Н. Новгород: ННГАСУ, 2005. 134 с.

### **ВЛИЯНИЕ МАРЖИНАЛЬНОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ВЫРАВНИВАНИЕ ГРАФИКА НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

*Чечушков Д.А., Шабалин С.А., Паниковская Т.Ю.*

*УрФУ, г. Екатеринбург*

*[chchushkov@gmail.com](mailto:chchushkov@gmail.com), [hamtik@uralweb.ru](mailto:hamtik@uralweb.ru), [pti@daes.ustu.ru](mailto:pti@daes.ustu.ru)*

Главными целями внедрения в энергетическую отрасль конкурентных отношений являются повышение эффективности производства, транспортировки и распределения электрической энергии (ЭЭ) с одновременным снижением цен на ЭЭ, стимулирование всех участников к внедрению энергосберегающих технологий.

В любой энергосистеме в каждый момент времени выполняется баланс между выработкой и потреблением, поэтому суточные или сезонные увеличения и спады нагрузки должны покрываться изменением выработки станций